

(19)日本国特許庁 (JP)

## (12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-114775

(43)公開日 平成8年(1996)5月7日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

FI

技術表示箇所

G02C 7/06

審査請求 未請求 請求項の数6 OL (全18頁)

(21)出願番号 特願平7-217698

(22)出願日 平成7年(1995)8月25日

(31)優先権主張番号 特願平6-202539

(32)優先日 平6(1994)8月26日

(33)優先権主張国 日本 (JP)

(71)出願人 000219738

東海光学株式会社

愛知県岡崎市恵田町字下田5番地26号

(72)発明者 三浦 仁志

愛知県岡崎市恵田町字下田5番地26号 東

海光学株式会社内

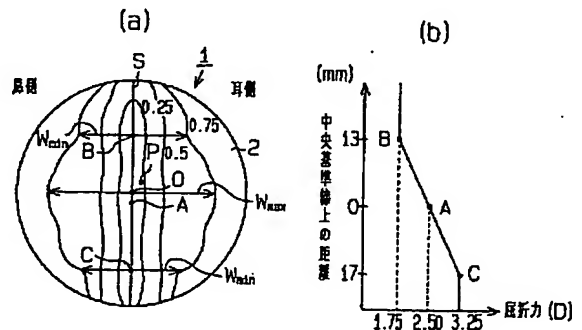
(74)代理人 弁理士 恩田 博宣

(54)【発明の名称】老視矯正用レンズ

(57)【要約】

【課題】近距離を主体とした視作業を行う場合に最適で、調節力のない人が所定の近距離の物を見るだけでなく、その近距離よりもやや遠い距離及び近くの距離の物を容易に見るとともに、近距離の物を見るときに幅広い鮮明な視野を得ることを目的とする。

【解決手段】中央基準線S上で、幾何中心Oの近傍に老視を矯正し、かつ、近距離の物を見るのに適した屈折力(2.50D)を有する近用中心Aを設けた。近用中心Aよりも上方にその屈折力よりも弱い屈折力(1.75D)を有する弱度中心Bを設けた。近用中心Aよりも下方にその屈折力よりも強い屈折力(3.25D)を有する強度中心Cを設けた。弱度中心Bと強度中心Cとの間に、1.50Dの屈折力が累進的に付加される中間部領域5を設けた。近用中心Aから4mm上で、2mm鼻側に装用ポイントPを配置した。中間部領域5の明視域(非点収差0.50D以下の領域)の水平方向の幅をほぼ一定にし、中間部領域5の準明視域(非点収差0.75D以下の領域)の水平方向の幅を幾何中心Oの近傍位置で最大にした。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 レンズを構成する2つの屈折面のうち少なくとも1つのレンズ屈折面において、該レンズ屈折面の上下方向に非点収差が最も小さくなるように伸びてその屈折面を左右に分ける中央基準線と、前記中央基準線上に設けられた近用中心と、前記中央基準線上で、かつ前記近用中心よりも上方に設けられ、前記近用中心の屈折力よりも弱い屈折力を与える弱度中心と、前記中央基準線上で、かつ前記近用中心よりも下方に設

$$(n-1) \times |C1 - C2| \leq 0.5 \quad (m^{-1})$$

の条件により定義される明視域、及び次式、

$$(n-1) \times |C1 - C2| \leq 0.75 \quad (m^{-1})$$

の条件により定義される準明視域を有し、

前記増加領域における明視域の水平方向の幅は、前記レンズの幾何中心の近傍位置で最大になるか、又は前記弱度中心から前記近用中心を介して前記強度中心までの間でほぼ一定であり、前記増加領域における準明視域の水平方向の幅は、前記幾何中心の近傍位置で最大であることを特徴とする老視矯正用レンズ。

【請求項2】 請求項1に記載の老視矯正用レンズにおいて、前記近用中心は、前記レンズの幾何中心の下方2mm～15mm以内に配置されていることを特徴とする老視矯正用レンズ。

【請求項3】 請求項1又は2に記載の老視矯正用レンズは、前記近用中心の上方1.5mm以内に配置された装用ポイントを有していることを特徴とする老視矯正用レンズ。

【請求項4】 請求項1～3のいずれか1項に記載の老視矯正用レンズにおいて、前記増加領域における上下方向の長さは、20mm以上であり、かつ、前記弱度中心と前記強度中心との間の屈折力の差は、1.00D～2.00Dの範囲内であることを特徴とする老視矯正用レンズ。

【請求項5】 請求項1～3のいずれか1項に記載の老視矯正用レンズにおいて、前記増加領域における上下方向の長さは、14mm以上、25mm未満であり、前記弱度中心と前記強度中心との間の屈折力の差は、0.50D～1.50Dの範囲内であることを特徴とする老視矯正用レンズ。

【請求項6】 請求項1～5のいずれか1項に記載の老視矯正用レンズにおいて、前記幾何中心よりも上方領域において、該幾何中心を通り、かつ前記中央基準線に垂直な平面を想定し、その平面に平行である平面と前記屈折面との第1交線は、前記中央基準線の交点から水平方向へ遠ざかるに従って曲率が増加する非円形曲線であり、

前記幾何中心よりも下方領域において、該幾何中心を通り、かつ前記中央基準線に垂直な平面を想定し、その平面に平行である平面と前記屈折面との第2交線は、前記

けられ、前記近用中心の屈折力よりも強い屈折力を与える強度中心と、

前記弱度中心と前記強度中心との間に設けられ、前記弱度中心から前記近用中心を介して前記強度中心までの間に所定の屈折力が累進的に増加する領域とを備え、

前記弱度中心と前記強度中心との間の屈折力の差が0.50D～4.00Dの範囲内であり、

前記増加領域において、 $n$ ：レンズ素材の屈折率、 $C1$ 、 $C2$ ：レンズ屈折面上の点における異なる方向の主曲率

(単位は $m^{-1}$ )を用いて、次式、

中央基準線の交点から水平方向へ遠ざかるに従って曲率が減少する非円形曲線であり、

前記前記幾何中心の近傍を通る水平線を想定し、その水平線からの前記上方領域及び前記下方領域における距離とが等しく、かつ、前記中央基準線からの前記上方領域及び前記下方領域における距離とが等しい任意の2点をそれぞれ通る前記第1交線の曲率の増加率と、前記第2交線の曲率の減少率とがほぼ等しいことを特徴とする老視矯正用レンズ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は老視矯正用レンズに係り、詳しくは、老視で調節力のほとんどない人が室内でのデスクワークや読書、新聞閲読等を行う場合に、近距離の物を幅広く見るのに最適な老視矯正用レンズに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来、高齢者（例えば、40代後半以上の人）における眼の水晶体の弾力性が弱まることにより、近距離の物を見るときに調節機能が低下するのを補って、近業を主体とする作業に適切なレンズとしては、単焦点レンズや累進多焦点レンズ等のレンズがある。

【0003】単焦点レンズは、患者の調節力の不足分を補い、見ようとする近距離の物体の位置に焦点を結ぶようなレンズである。このレンズは、極端に強い度数でなければ収差（特に、非点収差）が小さいため、そのほぼ全面を使用して鮮明な視野が得られる。又、凸面及び凹面は球面レンズであるため、非回転対称的なプリズム効果はないので不自然なゆれはないが、歪曲はあるので物は歪んで見える。しかしながら、その歪曲は、老視に限らず一般的な近視や遠視の人が眼鏡を装用したときに感じる回転対称的なプリズム効果による歪みと同じであるので、通常、すぐに慣れて自覚することはない。

【0004】累進多焦点レンズの基本的な構造は以下のようになっている。一般に累進多焦点レンズの凸面は、部分的に異なる面屈折力を有する非球面形状に形成されており、遠くの物から手元までを見るのに適するレンズ

の屈折力を与える働きをしている。凹面は球面あるいはトーリック面形状に形成されており、眼鏡使用者の各々の眼の処方に合わせて近視、遠視、乱視等を矯正する働きをしている。

【0005】累進多焦点レンズの特徴である凸面の構造についてさらに詳しく説明すると、図18(a)に示すように、その表面(屈折面)には遠用部領域F、中間部領域M、近用部領域Nがそれぞれ設けられている。遠用部領域Fはおよそ1mないし2mより遠距離の物を見る(以下、遠方視という)ときに適した屈折力を有する領域である。中間部領域Mは50cmから1mないし2mの中距離の物を見る(以下、中間視という)とき、近用部領域Nはおよそ50cmより手前の近距離の物を見る(以下、近方視という)ときに適した屈折力を有する領域である。

【0006】レンズ表面上のほぼ中央には、中央基準線Sが上下方向へ伸びるようにして設けられており、レンズ屈折面を左右に分けている。中央基準線Sは上方から下方にかけて非点収差がほとんど零に等しく、屈折力が累進的に変化する線であって、累進多焦点レンズの基本的な機能をもたらしている。なお、中央基準線Sは、図18(a)に示されるように、左右対称に分割する場合には「主子午線」、そうでない場合は「主注視線」と呼ばれることもある。

【0007】中央基準線S上に存在する点Aは、一般的に遠用中心と呼ばれ、このレンズの幾何中心の近傍に位置している。又、点Aよりも下方の中央基準線S上に存在する点Bは、近用中心と呼ばれている。従って、点Aよりも上方を遠用部領域F、点Bよりも下方を近用部領域N、それらの間の部分を中間部領域Mと考えることができる。これら各領域F、M、Nはレンズの構造を考える上で有効的であることから一般的に採用されている分け方であって、レンズの屈折面上では屈折力が連続的に変化しており、各領域F、M、Nを明確に分けることはできない。

【0008】図18(b)は中央基準線S上における屈折力変化を示す。この図に示すように、屈折力(単位はディオプトリー：D)は点Aから点Bにかけて累進的に増加しており、点Aより上方の遠用部領域F内の屈折力D1、及び点Bより下方の近用部領域N内の屈折力D2はほぼ一定となっている。屈折力D2とD1の差は加入度と呼ばれ、この加入度は通常0.5ディオプトリー(以下、Dという)から3.5Dの範囲内で付加される。

【0009】ここで、レンズ凸面の屈折力、すなわち面屈折力について説明する。面屈折力はその凸面における曲率と次のような関係がある。

$$S = (n-1) \times C \quad (\text{ディオプトリー})$$

なお、S：面屈折力(単位はD)、n：レンズ素材の屈折率、C：曲率(単位は $m^{-1}$ )である。この式におい

て、屈折率nは一定であるから、曲率と面屈折力は比例の関係にある。従って、図18(b)は中央基準線Sの曲率の変化と見なすことができる。このようにレンズのほぼ中央に設けられた中央基準線Sにおいて曲率が変化していることから、累進多焦点レンズの凸面は遠用部領域Fから近用部領域Nにかけて非球面形状となっている。非球面形状では凸面上の1点における曲率は、方向によりその値が異なり、その点での曲率の最大値C1と最小値C2(これらは主曲率とよばれる)との差に応じて、次の式で示されるような面屈折力の差がレンズ表面上の点に生じる。

【0010】

$$(n-1) \times |C1 - C2| \quad (\text{ディオプトリー})$$

これはレンズの光学性能上では非点収差として現れ、以下、非点収差を面屈折力の差の意味で、ディオプトリー(D)を単位として用いる。累進多焦点レンズはこのように屈折力の異なる部分を一つの滑らかな曲面にするため非球面形状をとらざるを得ず、そのために非点収差がレンズに発生することになる。

【0011】図19は図18(a)と対応する従来の累進多焦点レンズにおいて、その非点収差の分布を表したものである。この図は非点収差を地図の等高線と同様にレンズの中心部側から0.50D～1.00Dの等非点収差線を0.25Dおきに表したものである。一般に、人が非点収差を知覚し、像のぼけを感じるのは0.5D以上と言われている。従って、図中ハッチングピッチの最も狭い領域すなわち、レンズの側方部分、特に中間部領域及び近用部領域の側方部分では非点収差が大きくなり、像のぼけを感じて物体を正しく視覚できないことになる。又、この非点収差により像が歪められるため、頭を動かしたときに像のずれとして知覚され、使用の際に不快感を与える。逆に、非点収差が0.5D以下の部分(図中の白い部分)は、経験的にいって物体をぼけを感じることなく視覚できることから、明視域と呼ばれている。そして、中間部領域の明視域は、一般的に累進部と呼ばれている。なお、この明視域をレンズ屈折面の形状として正確に表すと次式のようにになる。

【0012】

$$(n-1) \times |C1 - C2| \leq 0.5 \quad (\text{ディオプトリー})$$

なお、n：レンズ素材の屈折率、C1、C2：明視域内のレンズ屈折面上の任意の点における異なる方向の主曲率(単位は $m^{-1}$ )である。

【0013】このように非点収差は無いことが好ましいが、累進多焦点レンズの基本構成上非点収差を無くすることは不可能である。つまり例えば遠用部領域と近用部領域とを完全な球面としてその部分の非点収差を無くそうとしても、その異なる曲率をもつ遠用部領域と近用部領域とを滑らかに連ねる中間部領域では急激な形状の変化を余儀なくされる。この結果、中間部領域内に大きな非

点収差が発生してしまう。逆に、遠用部領域と近用部領域の明視域を狭くしてその側方に非点収差を拡散させれば、中間部領域での非点収差は減少し、その領域において視野が広く、像のゆれも少なくなるが、遠方視及び近方視が損なわれてしまう。従って、累進多焦点レンズを設計する上では、装用者の使用目的に対して非点収差による弊害が極力少なくなるようにすることが必要となる。

#### 【 0 0 1 4 】

【発明が解決しようとする課題】上記した単焦点レンズにおいては、単に患者の調節力の不足分を補うだけであるので、見ることができる近くの距離が限られてしまい、例えば、50 cmの近距離の物と25 cmの近距離の物を一度に見ることができないという問題点がある。従って、このレンズで所定の近距離よりも例えば近くの物を見るためには、ある程度の調節力を必要とする。例えば、50 cmの距離が見えるようなレンズで25 cmの近距離の物を見ようとした場合、必要な調節力は2 Dである。すなわち、50 cmの距離の物を見るのには2 D (1/0.5 m)、25 cmの距離の物を見るのには4 D (1/0.25 m)の屈折力が必要である。従って、4 D - 2 D = 2 Dの調節力が必要となる。このため、調節力のほとんどない人は、単焦点レンズを使用する際、頭を動かすことで距離を調節して机の上を見渡したり、広げた新聞を読んだりしていた。

【 0 0 1 5 】年齢的には40代から50代前半の調節力がやや衰えた人は、単焦点老視鏡を使用しても、調節力に若干の余裕があるため、ある程度の距離範囲を見ることができる。しかしながら、例えば、机上をすみずみで見渡すのに、持てる調節力をすべて使ってしまうことになり、長時間の視作業により眼精疲労を感じるという問題点がある。

【 0 0 1 6 】見ることができる近距離（近点）より近くを見るということには必然性がある。例えば、普通のサイズの本に書かれた日本語の縦書きの文章を読むときは、文の上の方と下の方では眼からの距離が10 cmくらいは変わってくる。従って、自然な読書に適した近点をみるための度数の眼鏡を製作すると、実際には読書には不適當であり、特に、新聞のような大きな物の全面を見たり、自分の体の胸の部分まで近くに広がる机の上の全体を見渡すのにも不適當である。

【 0 0 1 7 】一般的な単焦点老視鏡では、30 cm～50 cm離れた位置の物が明視できるように度数を処方している。調節力のほとんどない人は、見える距離の範囲が限られているので、30 cmあるいは40 cmといった個人個人が読書などに適した距離がよく見えるような度数を処方したレンズを装用している現状である。

【 0 0 1 8 】単焦点レンズで本や机の上を見た場合、明視できる範囲は、装用者から見て横に長い楕円状になる。なぜならば、縦方向（前後方向）の明視範囲の幅

は、見える距離の範囲が狭いので狭くなり、横方向（左右方向）の明視範囲の幅は、縦方向に比べて距離の変化が少ないので広がるためである。このように縦方向の明視範囲の幅が狭いことによって、縦書きの文章の読み書きに不便であるばかりでなく、デスクワークの際には縦方向の視野が狭いのをカバーするために、頭を前後に移動させねばならないという不便さがある。視線を移動するために頭を前後に移動させることは、首を回転させて頭を左右に振るよりも苦痛であり、かつ不自然である。

【 0 0 1 9 】上記した累進多焦点レンズにおいては、調節力のほとんどない人でも、ある程度の距離範囲を見渡せることができる。しかしながら、明視域が単焦点レンズにくらべて極端に狭いため、明視できる範囲が限られる。一般的な累進多焦点レンズにおいては、遠用部領域Fの明視域の幅W1は広いが、近用部領域Nの明視域の幅W3は狭い。又、中間部領域Mの明視域（累進部）の幅W2は、幅W1、W3と比較して極端に狭い。従って、近用部領域Nにおいて近距離の物を見るときに幅広い鮮明な視野を得ることができないという問題点がある。

【 0 0 2 0 】又、中間部領域Mでは近距離の物よりも遠い距離の物を見ることができるが、明視域の幅W2が狭いため特に加入度が2.50 Dを越えるような場合、戸の隙間から見ているような感じで中間視がしづらいものであった。近用部領域Nにおいて近距離の物よりも近い距離の物を見るためには、その領域Nの下部に近用度数よりも強度数の領域を設ければよいが、あまりにも下すぎて極めて使いづらい。又、調節力の残っている人は、その調節力を最大限に使ってその強度数の領域で物を見ることになるので眼精疲労を起こしやすい。

【 0 0 2 1 】更に、累進多焦点レンズには、明視域の他に準明視域という概念で説明すべき特性があることが、調査研究によって明らかになった。この準明視域をレンズ屈折面の形状として正確に表すと次式のようなになる。

#### 【 0 0 2 2 】

$$(n-1) \times |C1 - C2| \leq 0.75 \text{ (ディオプトリ)}$$

なお、n：レンズ素材の屈折率、C1、C2：明視域内のレンズ屈折面上の任意の点における異なる方向の主曲率（単位は $m^{-1}$ ）である。

【 0 0 2 3 】累進多焦点レンズで物を見るときは、明視域だけではなく、無意識のうちに明視域からはみでた領域も使用している。従って、明視域以外の領域でも非点収差は、できるだけ小さいほうが望ましい。すなわち、非点収差0.5 Dを越える値がなるべく小さいような領域を明視域の周辺に広く確保することが望ましい。

【 0 0 2 4 】準明視域が広いレンズであれば、無意識のうちに準明視域よりも外側の非点収差のより大きい領域で物を見ることはなくなり、明視域及び準明視域で歪み

の少ない広い視野が得られる。

【0025】この準明視域は  $(n-1) \times |C1 - C2| \leq 1.00$  (ディオプリー) として定義することもできるが、より歪みの少ないクリアな視野を得るには0.75D以下の準明視域であることが望ましい。

【0026】従来の累進多焦点レンズにおいては、準明視域は明視域と同様に遠用部領域F及び近用部領域Nの幅が広く、中間部領域Mの幅が狭くなっている。これは、遠方視及び近方視を重視した分、中間視を犠牲にしているためである。従って、遠用中心Aの近傍に設けられるアイポイント(図示せず)を通常の視線の位置とした場合、そのアイポイントの近傍に非点収差の大きい領域が配置されて、歪みの少ない視野が狭くなっている。

【0027】本発明は上記問題点を解決するためになされたものであって、その目的は遠・中距離の物を見るときの使用頻度が極度に少なくデスクワークや読書等の近距離を主体とした視作業を行う場合に最適で、調節力のない人が所定の近距離の物を見るだけでなく、その近距離よりもやや遠い距離及び近くの距離の物を容易に見ることができるとともに、近距離の物を見るときに幅広い鮮明な視野を得ることができる老視矯正用レンズを提供

$$(n-1) \times |C1 - C2| \leq 0.5 \quad (m^{-1})$$

の条件により定義される明視域、及び次式、

$$(n-1) \times |C1 - C2| \leq 0.75 \quad (m^{-1})$$

の条件により定義される準明視域を有し、前記増加領域における明視域の水平方向の幅は、前記レンズの幾何中心の近傍位置で最大になるか、又は前記弱度中心から前記近用中心を介して前記強度中心までの間でほぼ一定であり、前記増加領域における準明視域の水平方向の幅は、前記幾何中心の近傍位置で最大であることを要旨とする。

【0029】請求項2に記載の発明は、請求項1に記載のレンズにおいて、前記近用中心が、前記レンズの幾何中心の下方2mm～15mm以内に配置されていることを要旨とする。

【0030】請求項3に記載の発明は、請求項1又は2に記載のレンズが、前記近用中心の上方15mm以内に配置された装用ポイントを有していることを要旨とする。請求項4に記載の発明は、請求項1～3のいずれか1項に記載のレンズにおいて、前記増加領域における上下方向の長さは20mm以上であり、かつ、前記弱度中心と前記強度中心との間の屈折力の差は、1.00D～2.00Dの範囲内であることを要旨とする。

【0031】請求項5に記載の発明は、請求項1～3のいずれか1項に記載のレンズにおいて、前記増加領域における上下方向の長さは14mm以上、25mm未満であり、前記弱度中心と前記強度中心との間の屈折力の差は、0.50D～1.50Dの範囲内であることを要旨とする。

【0032】請求項6に記載の発明は請求項1～5のい

することにある。

【0028】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために請求項1に記載の発明は、レンズを構成する2つの屈折面のうち少なくとも1つのレンズ屈折面において、該レンズ屈折面の上下方向に非点収差が最も小さくなるように伸びてその屈折面を左右に分ける中央基準線と、前記中央基準線上に設けられた近用中心と、前記中央基準線上で、かつ前記近用中心よりも上方に設けられ、前記近用中心の屈折力よりも弱い屈折力を与える弱度中心と、前記中央基準線上で、かつ前記近用中心よりも下方に設けられ、前記近用中心の屈折力よりも強い屈折力を与える強度中心と、前記弱度中心と前記強度中心との間に設けられ、前記弱度中心から前記近用中心を介して前記強度中心までの間に所定の屈折力が累進的に増加する領域とを備え、前記弱度中心と前記強度中心との間の屈折力の差が0.50D～4.00Dの範囲内であり、前記増加領域において、 $n$ :レンズ素材の屈折率、 $C1, C2$ :レンズ屈折面上の点における異なる方向の主曲率(単位は $m^{-1}$ )を用いて、次式、

ずれか1項に記載の老視矯正用レンズにおいて、前記幾何中心よりも上方領域において、該幾何中心を通り、かつ前記中央基準線に垂直な平面を想定し、その平面に平行である平面と前記屈折面との第1交線は、前記中央基準線の交点から水平方向へ遠ざかるに従って曲率が増加する非円形曲線であり、前記幾何中心よりも下方領域において、該幾何中心を通り、かつ前記中央基準線に垂直な平面を想定し、その平面に平行である平面と前記屈折面との第2交線は、前記中央基準線の交点から水平方向へ遠ざかるに従って曲率が減少する非円形曲線であり、前記前記幾何中心の近傍を通る水平線を想定し、その水平線からの前記上方領域及び前記下方領域における距離とが等しく、かつ、前記中央基準線からの前記上方領域及び前記下方領域における距離とが等しい任意の2点をそれぞれ通る前記第1交線の曲率の増加率と、前記第2交線の曲率の減少率とがほぼ等しいことを要旨とする。

【0033】請求項1に記載の発明によれば、近用中心よりも上方の増加領域においては、その近用中心から弱度中心に向かって屈折力が徐々に弱くなっているため、近用中心で見ることができると所定の近距離からその近距離よりもやや遠い距離までの物を容易に見ることが可能となる。又、近用中心よりも下方の増加領域においては、その近用中心から強度中心に向かって屈折力が徐々に強くなっているため、所定の近距離からその近距離よりもやや近い距離までの物を調節せずに容易に見ることが可能となる。従って、近用中心よりも上方及び下方の

増加領域において、調節力のほとんどない人が頭を前後に動かすことなく例えば、机の上全体を見渡したり、広げた新聞を全面に亘って読んだりするような視作業を行うことが可能となる。

【0034】弱度中心と強度中心との間の屈折力の差を0.50D～4.00Dにしたのは、以下の理由による。0.50Dより屈折力が小さくなると、所定の近距離だけでなく見渡すことが可能となる遠くや近くの距離が前記した所定の近距離とほとんど変わらなくなり、単焦点レンズを使用しているのとほとんど同じことにな

【0035】例えば、近用中心の屈折力を2.50D（ディオプトリー）とした場合、正視でほとんど調節力のない人であっても近用中心では40cm（ $1/2.50 = 0.4$ m、以下同様の計算にて距離が求められる）程度の近距離の物を見ることができる。ここで、屈折力の差を0.50Dにすると、弱度中心及びその近傍の領域では44cm程度の距離の物を見ることができ、強度中心及びその近傍の領域では36cm程度の距離の物を見ることができる。又、屈折力の差を4.00Dにすると、弱度中心及びその近傍の領域では2m程度の距離の物を見ることができ、強度中心及びその近傍の領域では22cm程度の距離の物を見ることができる。

【0036】更に、準明視域の水平方向の幅をレンズの幾何中心の近傍位置で最大になるようにしたことにより、レンズ上部の左右およびレンズ下部の左右に非点収差が拡散される。その結果、幾何中心の近傍位置における側方の非点収差が減るので、老視矯正用レンズとして比較的使用頻度の高い幾何中心の近傍におけるレンズの中央部分で幅広い鮮明な視野が得られる。

【0037】請求項2に記載の発明によれば、近用中心が、レンズの幾何中心の下方2mm～15mm以内に配置されていることにより、近用中心の近傍の任意の点と近用中心との間において、装用者は負担なく目を垂直方向に移動させて、近距離からその近距離よりもやや遠い距離の物を見ることが可能となる。

【0038】請求項3に記載の発明は、近用中心の上方15mm以内に装用ポイントを配置したことにより、装用ポイントと近用中心との間において、装用者は負担なく目を垂直方向に移動させることが可能となる。

【0039】請求項4に記載の発明によれば、増加領域における上下方向の長さを20mm以上にしたことにより、増加領域の中央基準線上における弱度中心と強度中心との間の屈折力の勾配が比較的小さくなり、発生する収差が小さくなる。特に、増加領域における屈折力の差を1.00D～2.00Dとしたことにより、屈折力の勾配がきつくなり、発生する収差（非点収差や歪曲収差）が小さくなる。従って、明視域及び準明視域が広く

なって、弱度中心と強度中心との間で視線を移す際に像のゆれや歪みが少なくなる。

【0040】例えば、近用中心の屈折力を2.50Dとして近用中心で見ることができる近距離を40cm程度とする。屈折力の差を1.00Dにすると、弱度中心及びその近傍の領域では50cm程度の距離の物を見ることができ、強度中心及びその近傍の領域では33cm程度の距離の物を見ることができる。又、屈折力の差を2.00Dにすると、弱度中心及びその近傍の領域では67cm程度の距離の物を見ることができ、強度中心及びその近傍の領域では29cm程度の距離の物を見ることができる。

【0041】請求項5に記載の発明によれば、増加領域における上下方向の長さが14mm以上、25mm未満であっても屈折力の差を0.50D～1.50Dとしたことにより、屈折力の勾配が大きくなることなく、像のゆれや歪みの少ないレンズを得ることが可能となる。

【0042】例えば、近用中心の屈折力を2.50Dとして近用中心で見ることができる近距離を40cmとした場合、屈折力の差を0.50Dにすると、前記した請求項1の作用における例と同様に36～44cm程度の距離の物を見ることができる。屈折力の差を1.50Dにすると、弱度中心及びその近傍の領域では57cm程度の距離の物を見ることができ、強度中心及びその近傍の領域では31cm程度の距離の物を見ることができる。

【0043】請求項6に記載の発明によれば、幾何中心より上方領域においては、中央基準線から水平方向へ遠ざかるに従って水平断面の屈折力が増加し、幾何中心より下方領域においては、中央基準線から水平方向へ遠ざかるに従って水平断面の屈折力が減少する。この屈折力の増加及び減少によって上方領域と下方領域との間の度数の差が縮まる。この結果、上方領域から下方領域への面の接続がなめらかとなって、幾何中心の側方における非点収差や歪曲の集中が少なくなり、幾何中心の近傍における側方視が良好となる。

【0044】又、上方領域及び下方領域において、幾何中心を通る水平線を想定し、その水平線に対して上下対称な任意の2点を通る第1曲率の増加率と、第2曲率の減少率とをほぼ等しくしたことにより、レンズの水平方向の曲率は幾何中心を通る水平線を基準として上下対称的に変化する。この結果、最も使用頻度の高いレンズ中央近傍領域において、非点収差が小さく抑えられ、使用頻度の低いレンズ上部の左右と下部の左右との領域に非点収差が分散される。

【0045】更には、下方領域においては中央基準線から水平方向へ遠ざかるに従って水平断面の屈折力が減少している。従って、強度中心の近傍領域において例えば、机上あるいは新聞の手前側の側面を見るときに都合が良くなる。それは、机上等において手前側の側面を見



る場合の距離は、正面を見る場合の距離と比べて大きくなるからである。本発明によれば、前記した屈折力の減少により側方視できる距離が大きくなり、強度中心近傍から正面を見るときの距離よりも若干遠くの距離に位置する側面を比較的クリアに見ることが可能となる。

【0046】

【発明の実施の形態】

(第1実施形態)以下、本発明を具体化した第1実施形態を図1～図6に従って説明する。

【0047】図1(a)に示すように、老視矯正用レンズ(以下、単にレンズという)1の凸面側のレンズ屈折面2には、中央基準線Sが上下方向に伸びるように設けられている。中央基準線S上におけるレンズ1の幾何中心Oよりも2mm下方には、近用中心Aが設けられている。この幾何中心Oは中央基準線S上になくてもよい。中央基準線S上における幾何中心Oよりも13mm上方には、弱度中心Bが設けられている。中央基準線S上における幾何中心Oよりも17mm下方には、強度中心Cが設けられている。

【0048】図2に示すように、レンズ屈折面2の弱度中心Bよりも上方には、弱度領域3が設けられている。レンズ屈折面2の強度中心Cよりも下方には、強度領域4が設けられている。レンズ屈折面2の弱度領域3と強度領域4との間には、中間部領域5が設けられている。なお、このレンズ1の直径は50mmである。

【0049】中央基準線Sは非点収差が最も小さく、ほぼ零となる線(所謂、へそ状曲線)である。線といっても仮想的なものであって、その線を目視では確認することはできない。

【0050】近用中心Aは、遠視あるいは近視でもない正視である人が老視である場合、その老視を矯正し、かつ近距離の物を見るのに適した屈折力(この場合、2.50D:ディオプトリー)を有している。本実施形態では、屈折力が2.50Dであるため、見るのに適した近距離(近点)は40cmとなっている。ここで、40cmという距離は、 $1/2.50D=0.40(m)$ という計算に基づいている。弱度中心Bは、近用中心Aの屈折力よりも弱い屈折力(この場合、1.75D)を有し、弱度領域3は、その弱い屈折力とほぼ同じ屈折力を有している。従って、弱度中心B及び弱度領域3では、近点よりもやや遠くの距離の物を見るのが可能となっている。本実施形態では、屈折力が1.75Dであるため、見ることが可能な遠くの距離は57cmとなっている。ここで、57cmは、 $1/1.75D=0.57(m)$ という計算に基づいている。

【0051】強度中心Cは、近用中心Aの屈折力よりも強い屈折力(この場合、3.25D)を有し、強度領域4は、その強い屈折力とほぼ同じ屈折力を有している。従って、強度中心C及び強度領域4では、調節力のない人が近点よりもやや近くの距離の物を見るのが可能と

なっている。本実施形態では、屈折力が3.25Dであるため、見ることが可能な近くの距離は31cmとなっている。ここで、31cmは、 $1/3.25D=0.31(m)$ という計算に基づいている。

【0052】中間部領域5は、弱度中心Bから近用中心Aを介して強度中心Cに所定の屈折力が累進的に増加している領域である。中間部領域5は、図1(b)に示すように、本実施形態では、弱度中心Bと強度中心Cとの屈折力の差が1.50Dとなっており、中間部領域5においてはその1.50Dの屈折力(レンズ内変化度数)が累進的に増加している。従って、中間部領域5では、1.75Dの弱度数から3.25Dの強度数まで度数が変化している。ここで、度数とはレンズ1の凸面側の屈折面の屈折力と、凹面側の屈折面の屈折力とを合わせた屈折力(レンズのパワー)をいう。中間部領域5は、中央基準線Sを含む領域に非点収差が0.50D以下の明視域である累進部6を有している。累進部6における屈折力の勾配は、変化する度数と累進部6の長さで表すことができ、本実施形態では、勾配 $=1.50D/30mm=0.05(D/mm)$ となっている。

【0053】次に、レンズ1の度数分布について説明する。図3に示すように、度数分布は度数の大きさが等しい点を結んだ等度数曲線で表されている。中間部領域5の水平方向には、2.50Dの度数が近用中心Aを通るほぼ一直線の等度数曲線101で表されている。その等度数曲線101よりも上方の中間部領域5には2.25Dの度数が等度数曲線102で、更に上方には2.00Dの度数が等度数曲線103で表されている。弱度領域3には、1.75Dの度数が弱度中心Bを通る等度数曲線104で表されている。

【0054】等度数曲線101よりも下方の中間部領域5には2.75Dの度数が等度数曲線105で、更に下方には3.00Dの度数が等度数曲線106で表されている。強度領域4には、3.25Dの度数が強度中心Cを通る等度数曲線107で表されている。各等度数曲線101～107は、実際には目で見えない。

【0055】等度数曲線101よりも上方の中間部領域5及び弱度領域3において、等度数曲線102～104は、中央基準線Sから左右両方向へ約15mm離れるに従って上方に湾曲した後、下方に湾曲した形状となっている。すなわち、度数が中央基準線Sから離れるに従って増加した後、減少するようになっている。

【0056】等度数曲線101よりも下方の中間部領域5において、等度数曲線105～107は、中央基準線Sから左右両方向へ約15mm離れるに従って下方に湾曲した後、上方に湾曲した形状となっている。すなわち、度数が中央基準線Sから離れるに従って減少した後、増加するようになっている。そして、等度数曲線102～104と、等度数曲線105～107とはほぼ上下対称的となっており、等度数曲線101よりも上方の

領域5; 3での度数の増加から減少への変化の様子と、  
下方の領域5, 4での度数の減少から増加への変化の様  
子とが上下対称的となっている。

【0057】又、累進部6においては、中央基準線Sから  
左右両方向へ約10mm離れるまでの各等度数曲線1  
02~106のカーブが緩やかとなっており、10mm  
以上の領域と比較して度数の変化が小さく比較的度数の  
安定した領域となっている。従って、その中間部領域  
5、特に累進部6の領域においては、弱度中心Bでの5  
7cmの視距離から強度中心Cでの31cmの視距離の  
間の距離の物を良好に見ることが可能となっている。

【0058】図1(a), 図2に示すように、幾何中心  
Oよりも2mm上で、幾何中心Oからレンズ1の耳側  
(図1におけるレンズの右側)に2mmずれた位置に  
は、装用ポイントPが設定されている。この装用ポイン

$$\text{明視域} \quad (n-1) \times |C1 - C2| \leq 0.50 \quad (\text{m}^{-1}) \cdots (1)$$

$$\text{準明視域} \quad (n-1) \times |C1 - C2| \leq 0.75 \quad (\text{m}^{-1}) \cdots (2)$$

n: レンズ素材の屈折率, C1, C2: レンズ屈折面上の  
点における異なる方向の主曲率 (単位は $\text{m}^{-1}$ )

上記式(1)により非点収差0.5D以下の領域が明視  
域となり、上記式(2)により非点収差0.75D以下  
の領域が準明視域となる。

【0061】又、図1(a)に示すように、レンズ屈折  
面2には非点収差の大きさがディオプリーの単位で、  
0.25D、0.50D、0.75Dの等非点収差曲線  
AS1~AS3でそれぞれ表されている。等非点収差曲  
線AS2で囲まれた領域が、明視域で、等非点収差曲  
線AS3で囲まれた領域が、準明視域である。これらの等  
非点収差曲線AS1~AS3は、実際に眼で見えない。

【0062】累進部6の水平方向の幅は、約12mmで  
ほぼ一定である。厳密にいうと累進部6は、幾何中心O  
よりも下方2mmの位置で12mmの最大幅を有しており、  
弱度中心A及び強度中心Cの位置で11mmの最小  
幅を有している。従って、その最大幅は最小幅に対して  
1.1倍となっている。

【0063】中間部領域5の準明視域は、幾何中心Oの  
位置(この場合、近用中心Aよりも2mm上)で40mm  
の水平方向の最大幅 $W_{\text{max}}$ を有しており、弱度中心A  
及び強度中心Cの位置で20mmの水平方向の最小幅 $W_{\text{min}}$   
を有している。従って、最大幅 $W_{\text{max}}$ は、最小幅 $W_{\text{min}}$   
に対して2.0倍の長さとなっている。

【0064】次に、上記した度数、及び明視域並びに準  
明視域をもたらすレンズ屈折面2の屈折力分布について  
説明する。図4に示すように、図示はしないが幾何中心  
Oを通り、かつ中央基準線Sに垂直な平面を想定し、そ  
の平面に平行である複数の平面(以下、水平断面とい  
う)とレンズ屈折面2との交線L1~L8を仮定する。  
本実施形態では、交線を表すのに屈折力 $((n-1)/R$   
(D:ディオプリー), n: レンズ素材の屈折率、  
R: 曲率半径)を用いることとする。

トPは、幾何中心Oと同じ高さに配置されてもよい。近  
用中心Aは、装用ポイントPから見た場合、その装用ポ  
イントPよりも4mm下で2mm鼻側に配置されてい  
る。装用ポイントPは、レンズ1を眼鏡枠に枠入れした  
状態で装用する際に正面遠方を見るとき視線が通過す  
るポイントである。本実施形態では、装用ポイントPを  
耳側に配置することで、装用時にレンズ全体が鼻側に移  
動して、近用中心Aから近距離の物を見るとき目の輻  
輳に対応することができるようになっている。

【0059】次に、弱度領域3、強度領域4、中間部領  
域5における明視域及び準明視域について説明する。明  
視域および準明視域は、以下の式(1), (2)に従っ  
てそれぞれ定義される。

【0060】

【0065】交線L1は、近用中心Aよりも15mm上  
の弱度中心Aを通る。交線L2は、近用中心Aよりも1  
0mm上の中央基準線Sの交点E1を通る。交線L3  
は、近用中心Aよりも5mm上の中央基準線Sの交点E  
2を通る。交線L4は、近用中心Aを通る。

【0066】交線L5は、近用中心Aよりも5mm下の  
中央基準線Sの交点E3を通る。交線L6は、近用中心  
Aよりも10mm下の中央基準線Sの交点E4を通る。  
交線L7は、近用中心Aよりも15mm下の強度中心C  
を通る。交線L8は、近用中心Aよりも20mm下の中  
央基準線Sの交点E5を通る。

【0067】図5(a)に示すように、交線L1~L4  
は、近用中心A、交点E1, E2及び弱度中心Bからそ  
れぞれ水平方向へ約15mm遠ざかるに従って屈折力す  
なわち、水平断面の屈折力(以下、水平屈折力という)  
が増加し、再び、減少する非円形曲線となっている。

【0068】交線L5~L8は、交点E3~E5及び強  
度中心Cからそれぞれ水平方向へ約15mm遠ざかるに  
従って水平屈折力が減少し、再び、増加する非円形曲線  
となっている。なお、屈折力の増加及び減少は左右対称  
であるため、右側のみ図示している。

【0069】次に、図示はしないが幾何中心Oを通り、  
かつ中央基準線Sに垂直な平面を想定し、その平面と中  
間部領域5における屈折面(以下、累進面という)との  
交線を水平基準線とし、その水平基準線に垂直な面(以  
下、垂直断面という)と屈折面2との交線(図示せず)  
を仮定する。この交線は、前記各交線L1~L8と交差  
する線である。

【0070】図5(b)に示すように、各交線L1~L  
8と図示しない交線との交点において、垂直断面の屈折  
力(以下、垂直屈折力という)は、近用中心A、交点E  
1~E4、弱度中心B及び強度中心Cからそれぞれ遠ざ  
かるに従ってほとんど変化せずほぼ一定の値となってい



る。従って、累進面における垂直屈折力は、水平屈折力と比較して水平方向の変化の割合が小さくなっている。上記のように構成されたレンズ1においては、弱度中心Bから近用中心Aを介して強度中心Cまでの間に、所定の屈折力(1.50D)が累進的に増加する中間部領域5を設けた。従って、近用中心Aよりも上方の中間部領域5においては、近用中心Aから弱度中心Bに向かって屈折力が徐々に弱くなっているため、近用中心Aで見ることができる所定の近距離(40cm)からその近距離よりもやや遠い距離(57cm)までの物を容易に見ることができる。又、近用中心Aよりも下方の中間部領域5においては、その近用中心Aから強度中心Cに向かって屈折力が徐々に強くなっているため、所定の近距離(40cm)からその近距離よりもやや近い距離(31cm)までの物を調節せずに容易に見ることができる。

【0071】又、弱度中心Bよりも上方にその弱度中心Bとほぼ同じ屈折力の弱度領域3を設けたことにより、やや遠い距離(57cm)の物を広い範囲で見ることができる。強度中心Cよりも下方にその強度中心Cとほぼ同じ屈折力の強度領域4を設けたことにより、やや近い距離(31cm)の物を広い範囲で見ることができる。従って、近用中心Aよりも上方及び下方の領域において、調節力のほとんどない人が頭を前後に動かすことなく例えば、机の上全体を見渡したり、広げた新聞を全面に亘って読んだりするような視作業を行うことができる。また、遠・中距離の物を見る機会が極度に少なく、近距離を主体とした視作業、例えば、室内でのデスクワーク、読書、新聞閲読、外科等の医療手術、旋盤等の工作機械作業等を行う場合に最適となる。更には、近距離より遠くの距離や近くの距離の物を見るときに調節力を必要としないので、レンズ1を長時間装用しても眼性疲労を起しにくくなり、快適な装用感を得ることができる。

【0072】又、上記のように構成されたレンズ1においては、近用中心Aよりも上方の領域においては水平屈折力が中央基準線Sから約15mm離れるまで増加し、下方の領域においてはその逆に減少している。このため、近用中心Aを通る交線L4については、他の交線L1～L3と比較してその水平屈折力の増加及び減少の割合が少なくなる。又、垂直屈折力の水平方向の変化の割合は小さい。従って、近用中心Aの位置においては、曲面のうねりが抑えられ水平断面が円に近い形状になり、水平方向の像倍率はほぼ一定となる。この結果、近用中心Aの位置において水平方向の非点収差が小さくなって、累進部6の幅をほぼ一定にしたり、近用中心Aの位置においてその幅を水平方向に最大にしたり、更には、準明視域の幅を近用中心Aの近傍位置で最大にすることができる。

【0073】準明視域の水平方向の幅が幾何中心Oの位置で最大になるようにしたことにより、レンズ1上部の

左右及びレンズ1下部の左右に非点収差が拡散される。その結果、近用中心Aの位置における側方の非点収差が減るので、老視矯正用レンズとして最も使用頻度の高い領域、すなわち、近用中心Aあるいは幾何中心Oの近傍におけるレンズ1の中央部分で幅広い鮮明な視野を得ることができる。

【0074】累進部6の幅は約12mmであり、従来の一般的な累進多焦点レンズの遠用中心と近用中心との間の累進部6の最小幅は3～7mmである。本実施形態の累進部6では、近距離よりもやや遠くや近くの物を見ることができ、従来の累進部では遠距離と近距離との間の中距離の物を見ることができることから用途が異なるが、数値的な観点から見て本実施形態の累進部が十分に広いことが分かる。

【0075】又、累進部6の幅(12mm)は、従来の累進多焦点レンズの近用部領域の最大幅の値6～15mmと同等あるいは大きい方の値であるため、近方視のための明視域が十分に確保されている。従って、近方視の際に鮮明な視野を得ることができる。累進部6は、非点収差が0.50D以下の領域であるため、その領域内では像の歪曲が極力抑えられている。図6はレンズ1を通して正格子を見た時の歪曲図を示す。この図に示すように、非点収差(破線にて図示)が0.50D以下の領域では、レンズ1を通して見た格子は強度領域4においては多少拡大されているものの、元の正方形にほぼ等しくなっている。従って、非点収差が0.50D以下の領域では、像の歪曲を極力抑えることができるとともに、視線を移動させるときのゆれを少なくすることができる。

【0076】又、準明視域は、非点収差が0.75D以下の領域であるため、その領域内では像の歪曲が比較的抑えられている。この準明視域は、レンズの下半分での比較では、図19に示すような一般的な累進多焦点レンズよりも広い。従って、レンズの下半分は、従来の累進多焦点レンズよりも大幅に歪曲が抑えられている。

【0077】更に、垂直屈折力の水平方向の変化の割合が小さいので、垂直方向にプリズムが発生する割合が減って、顔を左右に振ったときに物が上下するようなゆれ感を少なくすることができる。更には、垂直屈折力の水平方向の変化の割合が小さいため、その垂直屈折力と水平屈折率との差が拡大されることがなくなり、非点収差をより減少させることができる。

【0078】又、本実施形態のレンズ1は、近用度数に対してその近用度数よりも若干弱い度数及び強い度数を得るための屈折力を累進部6で増加させている。従って、一般の累進多焦点レンズの遠用度数に対して近用度数を得るための度数を累進部で加入する場合とは異なり、レンズ1の累進部6で増加させる屈折力が小さくて済む。従って、例えば、従来の累進多焦点レンズの累進部の長さ、弱度中心Bと強度中心Cとの間に設けられ

た累進部6の長さと同じであっても、その累進部6において増加する屈折力は従来の累進多焦点レンズの加入度数よりも小さくなる。この結果、累進部6の中央基準線S上における屈折力の勾配（本実施形態では勾配＝0.05）が緩くなって、累進部6で発生する収差（非点収差や歪曲収差）が小さくなる。そして、明視域及び準明視域が広がって、累進部6において視線を弱度中心Bと強度中心Cとの間で移す際に像のゆれが少なくなる。

【0079】次に、前記第1実施形態の老視矯正用レンズ1を用いた眼鏡について説明する。図7に示すように、眼鏡7は眼鏡フレーム8と2枚の老視矯正用レンズ1とから構成されている。眼鏡フレーム8には左右の玉型9に装着者に応じて設定された図示しないアイポイント（遠用アイポイント）にレンズ1の装用ポイントPが一致するように同レンズ1が玉型加工されてそれぞれ枠入れされている。アイポイントは遠くを見たときに視線が通過するポイントであり、フィッティングポイントとも呼ばれる。各レンズ1は、幾何中心Oを中心に垂直方向に対して鼻側へ所定の角度 $\theta$ （この場合、2度）回転された状態で枠入れされている。従って、強度中心Cは近方視のときの幅度を考慮して、装用ポイントPから2.5mm鼻側へ変位（所謂、内寄せ）している。

【0080】上記のように構成された眼鏡7においては、装用ポイントPや近用中心Aを含む中間部領域5で幅広い明視域が確保された状態で近方視を行うことができる。又、累進部6の領域で弱度中心Bと強度中心Cとの間で視線を移動させて近方視を行う際に、像のゆれが少なくなる。

【0081】（第2実施形態）次に、第2実施形態について説明する。なお、前記第1実施形態と同様の構成については同一符号を付してある。

【0082】図8（a）に示すように、中央基準線S上における幾何中心Oよりも7mm上方には、弱度中心Bが設けられている。中央基準線S上における幾何中心Oよりも11mm下方には、強度中心Cが設けられている。

【0083】弱度中心Bは、近用中心Aの屈折力（2.50D）よりも弱い屈折力（この場合、2.00D）を有し、弱度領域3は、その弱い屈折力とほぼ同じ屈折力を有している。本実施形態では、屈折力が2.00Dであるため、見ることが可能な遠くの距離は50cmとなっている。

【0084】強度中心Cは、近用中心Aの屈折力よりも強い屈折力（この場合、3.00D）を有し、強度領域4は、その強い屈折力とほぼ同じ屈折力を有している。本実施形態では、屈折力が3.00Dであるため、見ることが可能な近くの距離は33cmとなっている。

【0085】図8（b）に示すように、本実施形態では、弱度中心Bと強度中心Cとの屈折力の差が1.00

Dとなっており、中間部領域5においてはその1.00Dの屈折力（レンズ内変化度数）が累進的に増加している。従って、中間部領域5では、2.00Dの弱度数から3.00Dの強度数まで度数が変化しており、累進部6では調節力のない人が50cmから33cmの近方視を行うのに適している。

【0086】累進部6の長さは18mmとなっており、その累進部6における屈折力の勾配は、 $1.00D/18mm=0.06(D/mm)$ となっている。累進部6の水平方向の幅は、約10mmでほぼ一定である。厳密にいうと累進部6は、幾何中心Oよりも2mm下の幾何中心Aの位置で11mmの最大幅を有しており、弱度中心A及び強度中心Cの位置で10mmの最小幅を有している。従って、その最大幅は、最小幅に対して1.1倍となっている。

【0087】準明視域は、幾何中心Oの位置（この場合、近用中心Aよりも2mm上）で34mmの水平方向の最大幅 $W_{max}$ を有しており、弱度中心A及び強度中心Cの位置で17mmの最小幅 $W_{min}$ を有している。従って、その最大幅 $W_{max}$ は、最小幅 $W_{min}$ に対して2.0倍の長さとなっている。

【0088】等度数曲線E1～E7は、図示はしないが前記第1実施形態での度数の増加及び減少の変化の様子とほぼ同じになっている。図9（a）に示すように、近用中心Aを除く交点E3～E5及び強度中心Cにおける屈折力が第1実施形態での屈折力よりも若干小さく、かつ、交点E1、E2及び弱度中心Bにおける屈折力が第1実施形態での屈折力よりも若干大きくなっている。そして、各交線L1～L8は、その若干小さくあるいは大きくなった屈折力に従って、第1実施形態と同様に水平屈折力が増減する非円形曲線となっている。

【0089】上記のように構成されたレンズ1においては、弱度中心Bと強度中心Cとの屈折力の差が1.00Dであるので、累進部6の長さが18mmと短くなっても、屈折力の勾配を第1実施形態の値（0.05）とほぼ同じ値（0.06）に維持することができる。この結果、第1実施形態と同様の効果を得て、像のゆれや歪みの少ないレンズを得ることができる。

【0090】（第3実施形態）次に、第3実施形態について説明する。なお、前記第1実施形態と同様の構成については同一符号を付してある。

【0091】図10に示すように、幾何中心Oを通して上下方向に伸びる子午線Tを定める。幾何中心Oよりも上方の領域（中間部領域5の上部及び弱度領域3を含む領域）における中央基準線S1は、子午線Tに対して平行に1.0～2.0mm程度鼻側に変位している。又、幾何中心Oよりも下方の領域（中間部領域5の下部及び強度領域4を含む領域）における中央基準線S2は、子午線Tに対して下方にいくほど鼻側に向かって離れるように変位している。

【0092】幾何中心Oから2mm下で、かつ2mm鼻側の中央基準線S2上には近用中心Aが設けられている。幾何中心Oから7mm上の中央基準線S1上には、弱度中心Bが設けられている。幾何中心Oから11mm下の中央基準線S2上には、強度中心Cが設けられている。幾何中心Oから2mm上の中央基準線S1上には、装用ポイントPが設けられている。そして、本実施形態では、累進部6の長さが18mmで、第2実施形態と同じ長さとなっている。又、近用中心A、弱度中心B及び強度中心Cにおける屈折力は、第2実施形態と同じであり、累進部6の中央基準線S上における屈折力の勾配は、 $1.00D/18mm \div 0.06$ となっている。又、このレンズ1の直径は70mmとなっている。

【0093】幾何中心Oよりも上方の領域における屈折面2aは、中央基準線S1を境として装用時の水平方向に対して鼻側と耳側へそれぞれ15mm以内の領域において非点収差の分布が左右非対称となっている。又、その屈折面2aは水平方向における耳側の非点収差の分布が鼻側の非点収差の分布よりも緩慢な変化を有している。

【0094】幾何中心Oよりも下方の領域における屈折面2bは、中央基準線S2を境として装用時の水平方向に対して鼻側と耳側へそれぞれ15mm以内の領域において非点収差の分布が左右非対称となっている。又、その屈折面2bは水平方向における耳側の非点収差の分布が鼻側の非点収差の分布よりも緩慢な変化を有している。

【0095】レンズ屈折面2の屈折力分布は、図12の水平屈折力のグラフ及び図13の垂直屈折力のグラフにて示される。図12において交線L1～L4は、近用中心A、交点E1、E2及び弱度中心Bから鼻側へ約14mm、耳側へ約16mm遠ざかるに従って水平屈折力が増加し、再び、減少する非円形曲線となっている。

【0096】交線L5～L8は、交点E3～E5及び強度中心Cから鼻側へ約12mm、耳側へ約18mm遠ざかるに従って水平屈折力が減少し、再び、増加する非円形曲線となっている。

【0097】図13において各交線L1～L8と図示しない交線との交点において、垂直断面の屈折力（以下、垂直屈折力という）は、近用中心A、交点E1～E4、弱度中心B及び強度中心Cから鼻側及び耳側へそれぞれ遠ざかるに従ってほとんど変化せずほぼ一定の値となっている。

【0098】上記のように構成されたレンズ1においては、第1実施形態と同様の効果のみならず、中央基準線S1、S2を鼻側に変位させ、各屈折面2aの水平方向における耳側の非点収差の分布を鼻側の非点収差の分布よりも緩慢な変化を有するようにしたことにより以下のような効果を得ることができる。

【0099】図14に示すように、近距離の物を両眼で

側方視する場合、右眼球ERの耳側への視線の移動量 $\alpha_1$ が、左眼球ELの鼻側への視線の移動量 $\alpha_2$ よりも大きくなるということが分かっている。本実施形態によれば耳側の非点収差の分布が緩慢であるため、その緩慢な領域において像のゆれの少ない良好な両眼側方視を行うことができる。

【0100】又、中央基準線S2を子午線Tに対して下方にいくほど鼻側に向かって離れるように変位させ、その中央基準線S2上に強度中心Cを設けたことにより、その強度中心Cは常に鼻側に変位している。従って、レンズ1を眼鏡枠に枠入れするときに、第2実施形態のように強度中心Cが鼻側に位置するようにレンズ1を所定の角度だけ回転させる手間を省くことができる。

【0101】（第4実施形態）次に、第4実施形態について説明する。なお、前記第1実施形態と同様の構成については同一符号を付してある。

【0102】図15(a)に示すように、中央基準線S上における幾何中心Oよりも13mm上方には、弱度中心Bが設けられている。中央基準線S上における幾何中心Oよりも17mm下方には、強度中心Cが設けられている。近用中心Aは、幾何中心から下方に7mm離れた中央基準線S上に配置され、2.50Dの屈折力を有している。

【0103】弱度中心Bは、近用中心Aの屈折力（2.50D）よりも弱い屈折力（この場合、1.50D）を有し、弱度領域3は、その弱い屈折力とほぼ同じ屈折力を有している。従って、弱度中心B及び弱度領域3を通して、0.67m（ $=1/1.50D$ ）離れた物を見ることができる。

【0104】強度中心Cは、近用中心Aの屈折力よりも強い屈折力（この場合、3.00D）を有し、強度領域4は、その強い屈折力とほぼ同じ屈折力を有している。従って、強度中心C及び強度領域4を通して、0.33m（ $1/3.00D$ ）離れた物を見ることができる。

【0105】図15(b)に示すように、本実施形態では、弱度中心Bと強度中心Cとの屈折力の差が1.50Dとなっており、中間部領域5においてはその1.50Dの屈折力（レンズ内変化度数）が累進的に増加している。従って、中間部領域5では、1.50Dの弱度数から3.00Dの強度数まで度数が変化しており、累進部6では調節力のない人が57cmから33cm離れたものを見ることができる。中間部領域5における累進部6の垂直方向の長さは30mmとなっており、その累進部6における屈折力の勾配は、 $1.50D/30mm = 0.05(D/mm)$ となっている。

【0106】累進部6の水平方向の幅は、約12mmでほぼ一定である。厳密にいうと累進部6は、幾何中心Oから2mm下の位置で12mmの最大幅を有しており、弱度中心A及び強度中心Cの位置で11mmの最小幅を有している。従って、その最大幅は、最小幅の1.1倍

である。

【0107】準明視域は、幾何中心Oから2mm下の位置において40mmの水平方向の最大幅 $W_{m1}$ を有し、かつ、弱度中心A及び強度中心Cの位置で20mmの最小幅 $W_{m2}$ を有している。従って、その最大幅 $W_{m1}$ は、最小幅 $W_{m2}$ の2.0倍である。

【0108】第4実施形態において、近用中心Aは装用ポイントPから下方へ9mm、鼻側へ2mm離れて配置されている。このように近用中心Aが配置されることにより、装用者が近く of 物を見るときに、上半身が前かがみになって視線が下方に向いても、その視線は近用中心Aを通過する。従って、装用者は近用中心Aを通して最適な近方視を得ることができる。すなわち、装用者が椅子に座って机の上を見るとき、人は顔を約40度前に傾け、更に、目を約20度下に向けるという自然な動作をする。そして、この動作により約60度下を向く視線は、近用中心Aを通過する。

【0109】第4実施形態における度数の増加及び減少の変化の様子は、前記第1実施形態の図3に示す等度数曲線101~107とほぼ同じであるので、その説明を省略する。

【0110】図16に示すように、第4実施形態において、交線L4は、幾何中心Oから2mm下で、近用中心Aから5mm上に配置され、中央基準線Sと重なる交点E3を有している。交線L5は、中央基準線S上の近用中心Aを有している。その他の交線L1~L3及びL6~L8は、第1実施形態と同じ交点を有している。

【0111】図17(a)に示すように、第4実施形態では、各交線L1~L8の水平屈折力は、図5(a)に示す第1実施形態における水平屈折力よりも全体的に小さくなっている。幾何中心Oよりも上方のレンズ領域において、各交線L1~L3の水平屈折力は、第1実施形態と同様に、中央基準線Sから水平方向に遠ざかるに従って増加する。又、幾何中心Oよりも下方のレンズ領域において、各交線L5~L7の水平屈折力は、中央基準線Sから水平方向に遠ざかるに従って減少する。更に、交線L1~L3の水平屈折力の増加率と、交線L5~L7の水平屈折力の減少率とは、第1実施形態と同様にほぼ等しい。従って、凸面2の水平屈折力は、交線L4の上下において、対称的に変化する。この結果、使用頻度の高いレンズ中央部に非点収差が集中するのを抑え、使用頻度の低いレンズ上部及び下部の左右領域に非点収差が分散され、累進部6が幅広くなる。

【0112】図17(b)に示すように、第4実施形態では、各交線L1~L8と直交する交線(図示せず)における垂直方向の屈折力は、図5(b)に示す第1実施形態における水平屈折力よりも全体的に小さくなっている。この垂直屈折力は、第1実施形態と同様に、中央基準線Sから遠ざかる方向において、ほぼ一定の値を示す。従って、レンズの垂直方向に発生するプリズムが減

少して、顔を左右に振ったときに生じるゆれ感が少なくなる。

【0113】以上詳述したように、本発明のレンズは調節力がないかあるいはほとんどなくなった人がデスクワーク等近距離を主体とした作業を行う場合に最適であるばかりでなく、以下のような人が装用するのに有用となる。

【0114】遠近タイプの累進多焦点レンズを使用しているが、近方視がしづらいため近業では単焦点老視鏡を使用している人。単焦点老視鏡を使用しているが見える距離の範囲が狭いため、新聞等を見るときに顔を新聞等に近づけるようにしている人。

【0115】なお、本発明は以下のように具体化することもでき、その場合にも上記実施形態と同様の効果を得ることができる。

(1) 上記第1実施形態において、弱度中心Bから強度中心Cまで増加させることが可能な屈折力の範囲は0.50D~4.00Dであり、好ましい範囲は1.00~2.00Dであり、最適な範囲は1.25D~1.75Dである。

【0116】その増加屈折力(レンズ内加入度数)は、調節力のなくなった人でも例えば机の上の全面に亘って見渡せることを考慮にいれて決定されるのが好ましい。又、中間部領域5で増加する屈折力が小さくなると、凸面の非点収差が小さくなり明視域と準明視域を幅広く確保することができるとともに、歪曲収差が小さくなるので歪みとゆれを小さくすることができる。又、屈折力が大きくなると、見ることが可能な近距離よりも遠くの距離から近くの距離までの範囲が広がる。例えば、近用中心Aが2.50Dで屈折力を4.00Dとした場合、調節力のない人で2m~22cmの範囲の物が見えるようになる。

【0117】(2) 弱度中心Bから強度中心Cまでの累進屈折力の勾配は従来の累進多焦点レンズよりも小さい値すなわち、0.10(D/mm)以下であることが望ましい。一般の累進多焦点レンズにおける勾配の値は、およそ0.15~0.25(D/mm)の範囲にある。この値は、調節力がほとんどなくなった人が加入度数3.00Dで累進部の長さが12~20mmのレンズを装用した場合を相当している。この勾配が小さいほど非点収差・歪み・ゆれの少ない老視矯正用レンズが得られる。従って、例えば、累進屈折力を4.00Dとした場合、累進部6の長さは40mm以上であることが好ましい。

【0118】(3) 累進部6の長さを20mm以上に変更してもよい。このとき、累進屈折力は、1.00D~2.00Dあるいは1.25D~1.75Dの範囲内にあることが、累進屈折力の勾配を小さくするという点で好ましい。例えば、累進部6の長さが25mmで、累進屈折力が1.25D~1.75Dの範囲内にあるとき、

累進屈折力の勾配は、 $0.05 \sim 0.07$  ( $D/mm$ ) となる。更に、累進部6の長さは、 $14mm$ 以上 $25mm$ 未満の範囲で任意に変更されてもよい。この場合、累進屈折力は、 $0.50D \sim 1.50D$ あるいは $0.75 \sim 1.25D$ の範囲内にいることが、勾配を小さくするという点で好ましい。例えば、累進部6の長さが $16mm$ で、累進屈折力が $0.75D \sim 1.25D$ の範囲内にあるとき、勾配は、 $0.05 \sim 0.08$  ( $D/mm$ ) となる。

【0119】(4) 上記実施形態では、準明視域の最大幅を最小幅の2倍としたが、1.5倍～3倍に変更してもよい。1.5倍～3倍にしたのは、最小幅と最大幅とのバランスを考慮したことによる。中間部領域5における準明視域の最小幅は、最低でも $12mm$ は必要である。最小幅がこれ以上狭いと、従来の累進多焦点レンズと同様に狭い視野になってしまうからである。従って、最大幅と最小幅の比の上限は、3倍程度とすべきである。この範囲内の倍率であれば、レンズ1の中央部、すなわち、近用中心Aの近傍位置で水平方向の幅が最大となるように準明視域を配置することができる。又、準明視域の幅を1.5倍～3倍という倍率でなく、単に最大幅が最小幅より $10mm$ 以上大きいとしても良い。更には、幾何中心Oから上下方向に $\pm 10mm$ 以内の範囲で、最大幅と最小幅の比が1.3以下であるとしてもよい。

【0120】(5) 準明視域が最大幅を示す位置を幾何中心Oの上下 $5 \sim 10mm$ 、好ましくは上下 $5 \sim 7mm$ 、最適であれば上下 $5mm$ の範囲内に設定してもよい。この理由は、最大幅 $W_m$ が幾何中心Oの上下 $10mm$ の範囲外に存在するとき、準明視域が使用頻度の高い領域(中間部6)から外れてしまうためである。このとき、その領域において幅広い鮮明な視野を得ることはできない。

【0121】(6) 上記第1実施形態では装用ポイントPを近用中心Aの $4mm$ 上で $2mm$ 耳側にしたが、その近用中心Aの耳側への変位を $2.5 \sim 3mm$ としてもよい。このようにすると、レンズ1を枠入れする際に、レンズ1の回転角度を $2$ 度よりも小さくして、例えば、 $0$ 度(回転させない)にしても強度中心Cは鼻側に位置しているので、輻湊に対応することができる。又、装用ポイントPは、幾何中心に対しては、その上方 $2mm$ 以内に配置されてもよく、近用中心Aに対しては、その上方 $15mm$ 、好ましくは $13mm$ 、最適であれば $10mm$ 以内に配置されてもよい。このように近用中心Aの上方 $15mm$ 以内に装用ポイントPを配置することにより、装用ポイントPと近用中心Aとの間において、装用者は負担なく目を垂直方向に移動させることができる。逆に、近用中心Aの上方 $15mm$ を越える位置に装用ポイントPが配置された場合、装用者の目の移動に負担がかかる。

【0122】(7) 近用中心Aの位置を幾何中心Oの下方 $2mm$ から $15mm$ の間、好ましくは $2mm$ から $12mm$ の間に配置してもよい。この範囲内であれば、近用中心の近傍の任意の点と近用中心との間において、装用者は負担なく目を垂直方向に移動させて、近距離からその近距離よりもやや遠い距離の物を見ることが可能となる。逆に、近用中心Aが幾何中心Oの下方 $15mm$ を越えて配置されると、装用者が近くの間を見る際の目の角度が大きくなり、負担となり使いにくくなる。

【0123】(8) 弱度中心B、強度中心Cを任意に変更してもよい。

(9) 上記第1実施形態において、装用ポイントPの $4mm$ 下で $2mm$ 鼻側に近用中心Aが位置するようにレンズ1を枠入れする以外に、玉型9の装用ポイントの下方 $4mm$ から上方 $4mm \sim 6mm$ の間に近用中心Aが位置するように枠入れしてもよい。

【0124】(10) 上記第3実施形態において、レンズ1の上半分で近点より遠い距離の物を見るとき視線の移動量は、レンズ1の下半分で近点より近い距離の物を見るとき視線の移動量よりも小さい。従って、幾何中心Oよりも上方の領域における鼻側の非点収差の分布が、下方の領域における鼻側の非点収差の分布より緩慢でなくてもよい。この結果、中央基準線S1を子午線Tに対して変位させる量が小さくて済む。又、非点収差の分布が左右非対称である領域を中央基準線Sを境として鼻側と耳側へそれぞれ $15mm$ 以内の領域としたが、 $20.0mm$ 以内の領域としてもよい。

【0125】(11) 上記各実施形態では老視矯正用レンズ1の凸面側のレンズ屈折面2について具体化した。凹面側の屈折面で具体化してもよい。この場合、第1～第4実施形態における各交線L1～L8の屈折力の増減は全く反対になる。

【0126】本発明における累進部を以下のように定義する。

累進部：弱度領域と強度領域との間の中間部領域において、中央基準線を含み弱度中心から近用中心を介して強度中心までの間で屈折力が累進的に増加し、かつ非点収差が $0.50D$ 以下の明視域の部分である。

【0127】上記実施形態から把握できる請求項以外の技術思想について、以下にその効果とともに記載する。

(1) 請求項1～6のうちいずれか1項に記載の老視矯正用レンズを用いて、眼鏡枠の玉型に設定された遠用アイポイントの下方 $4mm$ から上方 $6mm$ の間に近用中心が位置するように枠入れ加工したことを特徴とする眼鏡。このようにすれば、眼鏡として装用するときレンズの性能を充分に発揮させることができる。

【0128】(2) 請求項3に記載の老視矯正用レンズにおいて、装用ポイントを近用中心に対して、レンズを装用したときに耳側となる方向に $2.5mm \sim 3.0mm$ 変位した位置に設けた。このようにすれば、レンズの

回転角度を少なくするかあるいは回転せずにレンズを枠に入れることができる。

【0129】

【発明の効果】以上詳述したように、請求項1に記載の発明によれば、遠・中距離の物を見るときの使用頻度が極度に少なくデスクワークや読書等の近距離を主体とした視作業を行う場合に最適で、調節力のない人が所定の近距離の物を見るだけでなく、その近距離よりもやや遠い距離及び近くの距離の物を容易に見ることができるとともに、近距離の物を見るときに幅広い鮮明な視野を得ることができる。

【0130】請求項2に記載の発明によれば、近用中心が、レンズの幾何中心の下方2mm～15mm以内に配置されていることにより、近用中心の近傍の任意の点と近用中心との間において、装用者は負担なく目を垂直方向に移動させてく近距離からその近距離よりもやや遠い距離の物を見ることが可能となる。

【0131】請求項3に記載の発明は、近用中心の上方15mm以内に装用ポイントを配置したことにより、装用ポイントと近用中心との間において、装用者は負担なく目を垂直方向に移動させることが可能となる。

【0132】請求項4に記載の発明によれば、上記効果に加えて、中間部領域の中央基準線上における弱度中心と強度中心との間の屈折力の勾配が比較的小さくなるので、幅広い明視域及び準明視域が得られて弱度中心と強度中心との間で視線を移す際に像のゆれや歪みを少なくすることができる。

【0133】請求項5に記載の発明によれば、屈折力の勾配が大きくなることなく、像のゆれや歪みの少ないレンズを得ることができる。請求項6に記載の発明によれば、幾何中心の側方における非点収差や歪曲の集中が少なくなり、幾何中心を含むレンズ中央部において、側方視を良好に行うことができる。又、強度中心近傍での側方視において、強度中心近傍から正面を見るとき距離よりも若干遠くの距離に位置する側面を比較的クリアに見ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1実施形態における老視矯正用レンズを示し、(a)は非点収差の分布を示す説明図、(b)は屈折力の変化を示すグラフ。

【図2】レンズの各領域を示す説明図。

【図3】レンズの度数分布を示す説明図。

【図4】幾何中心を通りかつ中央基準線に垂直な平面、及びその平面に平行な平面群と屈折面との交線を示す説明図。

【図5】レンズ屈折面の屈折力分布を示し、(a)は各

交線の水平屈折力と中央基準線からの距離との関係を示すグラフ、(b)は垂直屈折力と中央基準線からの距離との関係を示すグラフ。

【図6】レンズを通して正方格子を見た歪曲図。

【図7】第1実施形態のレンズを枠入れした眼鏡を示す正面図。

【図8】第2実施形態におけるレンズを示し、(a)は非点収差の分布を示す説明図であり、(b)は屈折力の変化を示すグラフ。

10 【図9】レンズ屈折面の屈折力分布を示し、(a)は各交線の水平屈折力と中央基準線からの距離との関係を示すグラフ、(b)は垂直屈折力と中央基準線からの距離との関係を示すグラフ。

【図10】第3実施形態のレンズの非点収差の分布を示す説明図。

【図11】幾何中心を通りかつ中央基準線に垂直な平面、及びその平面に平行な平面群と屈折面との交線を示す説明図。

20 【図12】水平屈折力と中央基準線からの距離との関係を示すグラフ。

【図13】垂直屈折力と中央基準線からの距離との関係を示すグラフ。

【図14】視線を側方に移動させるときの眼球の移動量を示す模式図。

【図15】第4実施形態における老視矯正用レンズを示し、(a)は非点収差の分布を示す説明図、(b)は屈折力の変化を示すグラフ。

【図16】幾何中心を通りかつ中央基準線に垂直な平面、及びその平面に平行な平面群と屈折面との交線を示す説明図。

30 【図17】レンズ屈折面の屈折力分布を示し、(a)は各交線の水平屈折力と中央基準線からの距離との関係を示すグラフ、(b)は垂直屈折力と中央基準線からの距離との関係を示すグラフ。

【図18】従来例における累進多焦点レンズを示し、(a)は各領域を示す説明図、(b)は屈折力の変化を示すグラフ。

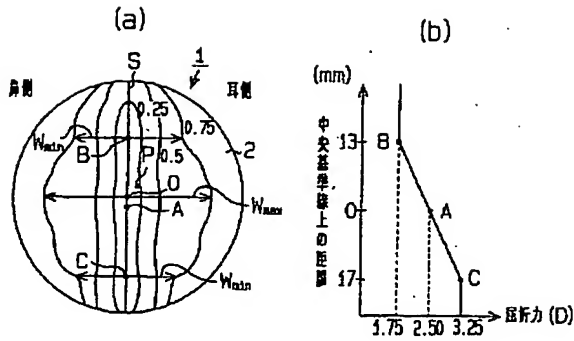
【図19】従来例の累進多焦点レンズの非点収差の分布を示す説明図。

40 【符号の説明】

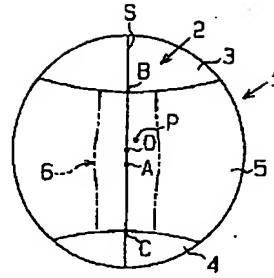
1…老視矯正用レンズ、2…レンズ屈折面、3…弱度領域、4…強度領域、5…中間部領域、S…中央基準線、A…近用中心、B…弱度中心、C…強度中心、O…幾何中心、P…装用ポイント、L1～L4…交線(第1の交線)、L5～L8…交線(第2の交線)、E1～E5…交点。



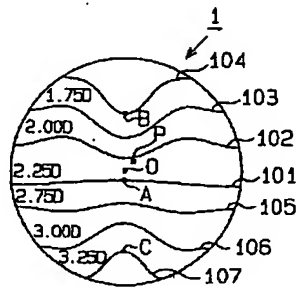
【図 1】



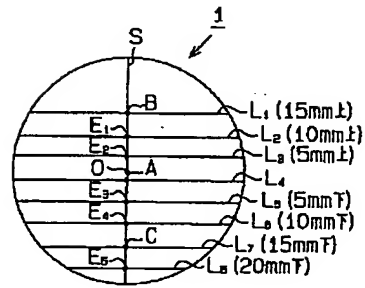
【図 2】



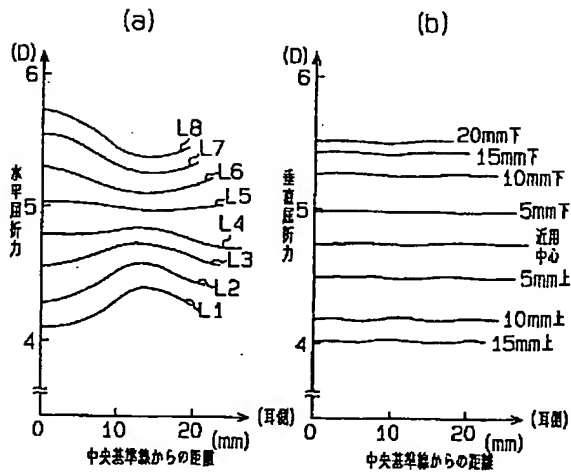
【図 3】



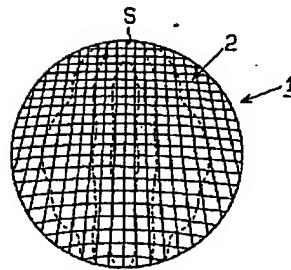
【図 4】



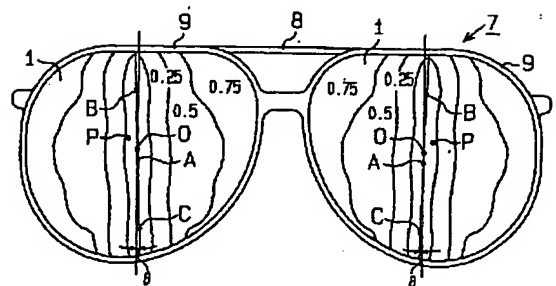
【図 5】



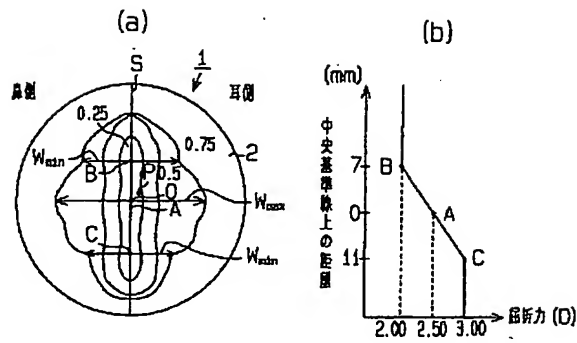
【図 6】



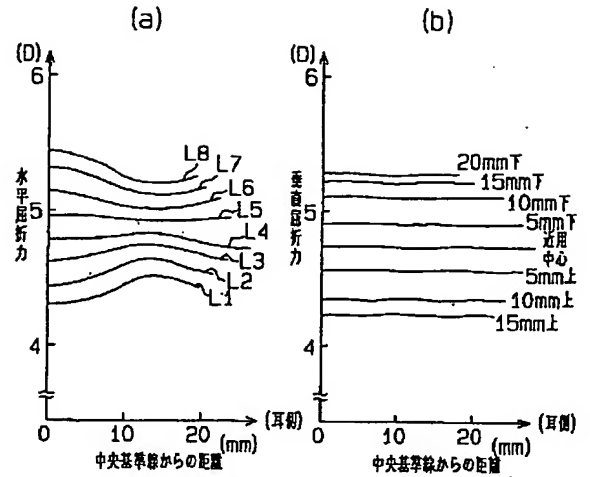
【図 7】



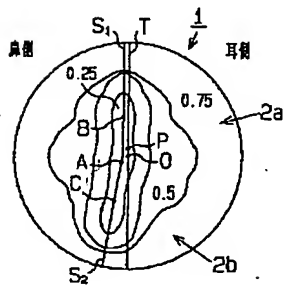
【図 8】



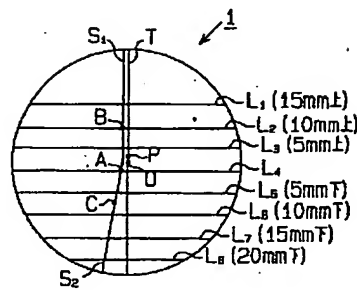
【図 9】



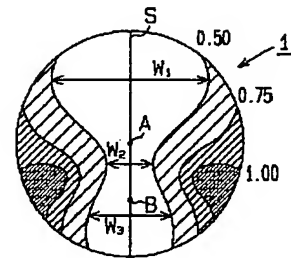
【図 10】



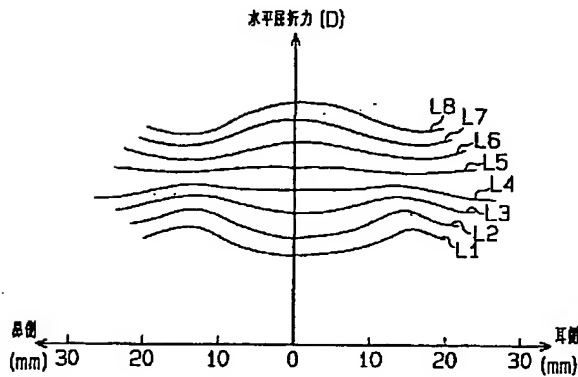
【図 11】



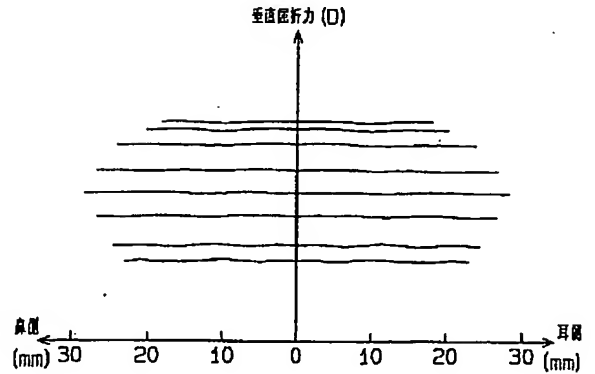
【図 19】



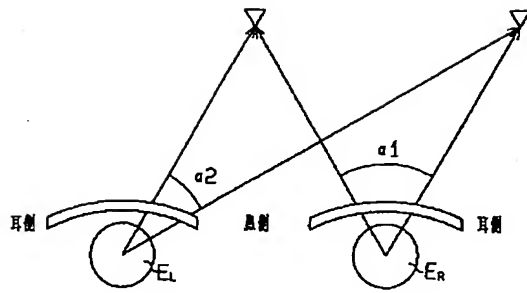
【図 12】



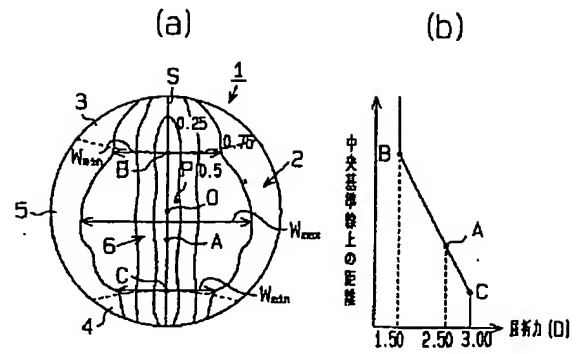
【図 13】



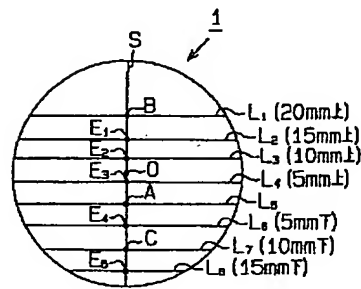
【図14】



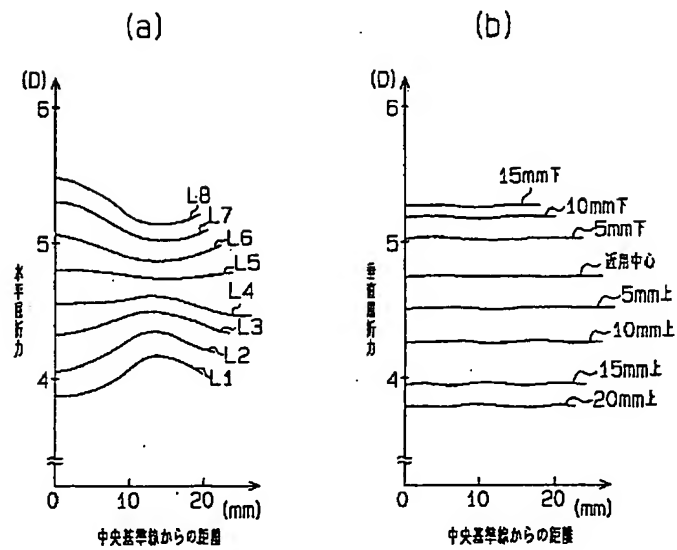
【図15】



【図16】



【図17】



【図18】

